

(51)

Int. Cl:

B 03 c, 3/00

B 03 c, 3/34

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

[coat of arms]

GERMAN PATENT OFFICE

(52)

German Cl.

24 g, 6/90

12 c, 5

(10)

Published Patent Application

2206057

(11)

(21)

File no.:

P 22 06 057.7

(22)

Date of filing:

February 9, 1972

(43)

Publication date:

August 16, 1973

Exhibition priority: —

(30)

Union priority:

(32)

Date: —

(33)

Country: —

(31)

File number: —

(54)

Title:

Electrostatic filter for flue gases

(61)

Addition to: —

(62)

Division from: —

(71)

Applicant:

Dortmunder Brückenbau C. H. Jucho, 4600
Dortmund

Representative pursuant to § 16 PatG. —

(72)

Identified as inventor.

Jeßnitz, Werner, 4600 Dortmund

BEST AVAILABLE COPY

Applicant: Dortmunder Brückenbau C.H. Jucho
4600 Dortmund, Juchostraße 100

J 186

Electrostatic Filter for Flue Gases

The invention relates to an electrostatic filter for a flue gas, for the exhaust gas of heating plants in particular.

The increase in non-industrial heating plants, of oil-fired heating in particular, as well as the justified demands for maintaining the purity of the atmosphere also make it advisable to clean the exhaust gases originating from non-industrial heating plants. In order to be accepted, a precipitator suitable for this purpose must in particular be economical to acquire and to maintain.

Electrostatic filters for the precipitation of incombustible and unburned solid and liquid particles from flue gases

- 2 -

produced during the combustion of solid, liquid and gaseous fuels are known in various embodiments. Known in particular are two-stage electrostatic filters operated at high voltage, which include a filter chamber having an inlet opening for the gas to be cleaned at the foot of the chamber and a discharge opening for the cleaned gas at the head of the chamber and several grounded, tubular precipitating electrodes situated in the chamber at a distance from one another extending in the flow direction of the gases and energized electrodes situated concentrically within them, which have corona discharge points at their open ends facing the inlet opening for the gas. In the non-homogeneous electrical corona field of the ionization zone of these filters, the solid and/or liquid particles contained in the gas to be purified have unipolar charges and are precipitated out of the gas in the homogeneous static field of the precipitation zone.

The filters must be cleaned from time to time, meaning that the particles deposited on the precipitating electrodes must be removed. In industrial plants, this is done by shaking or beating, using devices installed specifically for that

purpose or even by washing the filter. The known cleaning measures are too expensive for non-industrial use. In particular, sticky residues from the combustion of liquid fuels can only be removed incompletely in this manner. In addition, the washing of such a filter raises wastewater problems.

The object of the present invention is to create an electrostatic filter for the precipitation of solid and liquid particles from the exhaust gas of non-industrial heating plants in particular, the acquisition and maintenance costs of which are kept within reasonable limits and which are easy to service.

According to the present invention, the objective is attained using an electrostatic filter which is made up of a filter chamber having an inlet opening for the gas to be cleaned at the bottom of the chamber, an outlet opening for the cleaned gas at the top of the chamber, several grounded, tubular precipitating electrodes situated in the chamber at a distance from one another, extending in the flow direction of the gases, and energized electrodes situated

- 4 -

concentrically within them, which have corona discharge points at their ends facing the inlet opening for the gas, characterized in that all energized electrodes positioned on a frame extending above the precipitating electrodes and suspended in the precipitating electrodes can be removed jointly from the filter chamber after a hood sealing the filter chamber is lifted off.

The possibility provided according to the present invention of removing the energized electrodes from the opened filter chamber makes it possible to clean both the energized electrodes and the precipitating electrodes by hand, using brushes designed in an appropriate manner, i.e., with the least equipment expense, and in a more thorough manner than is possible with customary cleaning measures. The individual electrodes may be scrubbed in succession using a single brush; however, it is also possible to clean several electrodes, or the entire electrode bundle, if necessary, at once using appropriate brush sets.

In another embodiment of the invention, the ends of the precipitating electrodes facing the outlet are widened and

- 5 -

the widened ends of the precipitating eletrodes are in flush contact with one another, covering the intermediate spaces between them, and are enclosed by a sleeve, which screens the remaining space between the filter chamber wall and electrode bundle so that the all of the gas inevitably forced to flow through the precipitating eletrodes is subjected to cleaning. Advantageously, the precipitating eletrodes are expanded to form a hexagonally shaped bundle. This results in the greatest packing density of the electrodes and thus the optimal remaining flow cross-section.

) The function of the electrical conductor for the energized electrodes may be taken over by the common mounting for the electrodes supported on insulators situated in the filter chamber, namely the frame and the crossbeams situated on it that support the electrodes.

For safety reasons, a switch interrupting the electrical connection between the energized electrodes or the frame supporting the electrodes and the voltage source when the hood is lifted off can be assigned to the hood sealing the filter chamber.

- 6 -

In order for the abraded particles from the precipitating electrodes to be removed from the filter chamber, the bottom of the filter chamber advantageously goes into a funnel having a slide gate, from which the abraded particles may be filled into paper bags, for example.

The filter is situated between the smoke flue and the chimney. A choke valve provided on the inlet side can be used to interrupt the entry of exhaust gas into the filter chamber and a choke valve provided on the outlet side can be used to interrupt the effect of the chimney draft on the filter chamber. A rectifier provided for that purpose supplies the high-voltage required for the energized electrodes.

The filter can be designed individually for the combustion systems for which it is provided. Even though the filter is provided preferably for non-industrial heating plants, this does not rule out its use in industrial plants in which flue gases to be cleaned arise.

The invention will be explained in greater detail on the basis of the drawings, in which:

- 7 -

Figure 1 shows a vertical section through the filter,

Figure 2 shows a section along Line II-II in Figure 1,

Figure 3 shows the top view of a precipitating electrode,

Figure 4 shows a view of the corona-discharge points of an energized electrode,

Figure 5 shows a brush head for the precipitating electrodes,

Figure 6 shows a brush head for the energized electrodes.

The filter includes a filter chamber 11, through which gas to be cleaned flows in the direction of the arrows drawn in Figure 2, the gas passing through annular zones 12 between the bundle of precipitating electrodes 13 situated in the filter chamber 11 and energized electrodes 14 situated centrically in relation to precipitating electrodes 13. While passing corona discharge points 141 of energized

- 8 -

electrodes 14, the suspended matter present in the gas - solid and/or liquid particles as combustion products or residues from the incomplete combustion - have unipolar charges and the unipolar charged particles are then deposited onto the inside wall 131 of precipitating electrode 13.

In order to maintain the effectiveness of the filter, it is necessary from time to time to clean the precipitating electrodes 13 in particular, to which the precipitated particles are deposited. To this end, energized electrodes 14 are provided to be removable from filter chamber 11 and accordingly from precipitating electrodes 13, which allows precipitating electrodes 13 to be cleaned using brushes according to Figure 5 and energized electrodes 14 using brushes according to Figure 6. The removal of energized electrodes 14 from the filter chamber 11 is made possible in that the top part of the filter chamber 11 is designed as a removable hood 111, and energized electrodes 14 are suspended together on a support construction consisting of a frame 16 and crossbeams 161 situated on it, which can be removed from the filter chamber 11 after the hood 111 is lifted off.

- 9 -

Energized electrodes 14 are connected directly to the voltage source, not shown, by conductive crossbeams 161 and a conductive frame 16, which is connected (17) to the voltage source. For reasons of safety, care is taken that contacts 162, 171 are disconnected when the hood 111 is lifted off.

The outlet-side hexagonal widening 132 of bundled precipitating electrodes 13 and their enclosure by a sleeve 18, which fills the open space between the filter-chamber 11 122 and the bundle of electrodes, assures that the entire amount of gas entering annular spaces 12 flows between precipitating electrodes 13 and energized electrodes 14.

The deposit brushed off from the precipitating electrodes 13 is collected into a funnel 113 formed on the filter chamber 11, from which it may be filled, for example, into paper bags.

Applicant: Dortmund Brückenbau C.H. Jucho
4600 Dortmund, Juchostraße 100

10

J 186Claims

[1.] An electrostatic filter comprised of a filter chamber having an inlet opening for the gas to be cleaned at the bottom of the chamber and a discharge opening for the cleaned gas at the top of the chamber and several grounded, tubular precipitating electrodes situated in the chamber at a distance from one another, extending in the flow direction of the gases and energized electrodes situated concentrically within them, which have corona discharge points at their ends facing the inlet opening for the gas. wherein all energized electrodes positioned on a frame extending above the precipitating electrodes and suspended in the precipitating electrodes can be removed jointly from the

- 2 -

11

filter chamber after a hood sealing the filter chamber is lifted off.

2. An electrostatic filter according to Claim 1, wherein the ends of the precipitating eletrodes facing the outlet are widened and the widened ends of the precipitating eletrodes are in flush contact with one another, covering the intermediate spaces between them, and are enclosed by a sleeve, which screens the remaining space between the filter-chamber wall and the electrode bundle.

3. An electrostatic filter according to Claim 2, wherein the precipitating eletrodes are widened to form a hexagonally shaped bundle.

4. An electrostatic filter according to Claims 1 through 3, wherein the frame provided over insulators situated in the filter chamber including the crossbeams supporting the energized electrodes and the crossbeams are the electrical conductors for the energized electrodes.

5. An electrostatic filter according to Claims 1 through 4, wherein a switch interrupting the electrical connection between the energized electrodes or the frame supporting the electrodes and the voltage source when the hood is lifted off is assigned to the hood sealing the filter chamber.

6. The electrostatic filter according to Claims 1 through 5, wherein the filter chamber advantageously transitions into a funnel having a slide gate.

blank page

[4 pages with 6 diagrams]

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Int. Cl.:

B 03 c, 3/00
B 03 c, 3/34

Deutsche Kl.:

24 g, 6/90
12 c, 5

Offenlegungsschrift 2206057

Aktenzeichen: P 22 06 057.7
Anmeldetag: 9. Februar 1972

Offenlegungstag: 16. August 1973

Ausstellungspriorität: —

Unionspriorität

Datum: —

Land: —

Aktenzeichen: —

Bezeichnung:

Elektrofilter für Rauchgase

Zusatz zu: —

Ausscheidung aus: —

Anmelder:

Dortmunder Brückenbau C. H. Jucho, 4600 Dortmund

Vertreter gem. § 16 PatG. —

Als Erfinder benannt.

Jesnitz, Werner, 4600 Dortmund

2206057

Anmelderin: Dortmunder Brückenbau G.H. Jucho
4600 Dortmund, Juchostraße 100

J 186

Elektrofilter für Rauchgase

Die Erfindung betrifft einen Elektrofilter für Rauchgas, insbesondere für das Abgas von Heizungsanlagen.

Die Zunahme von nichtindustriellen Heizungsanlagen, insbesondere von Ölheizungen, einerseits und die berechtigten Forderungen nach Reinhaltung der Atmosphäre andererseits legen es nahe, auch für eine Reinigung der von nichtindustriellen Heizungsanlagen herrührenden Abgase zu sorgen. Ein dafür geeigneter Abscheider muß, um sich einzuführen, insbesondere preiswert in der Anschaffung und in der Unterhaltung sein.

Elektrofilter für die Abscheidung von unbrennbaren und nicht verbrannten, festen und flüssigen Partikeln aus bei

309833/0668

der Verbrennung von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen entstehenden Rauchgasen sind in verschiedenen Ausführungsformen bekannt. Bekannt sind insbesondere zweistufige, mit Hochspannung betriebene Elektrofilter, bestehend aus einer Filterkammer mit einer Eintrittsöffnung für das zu reinigende Gas am Fuß der Kammer und einer Austrittsöffnung für das gereinigte Gas am Kopf der Kammer und einer Mehrzahl von in der Kammer im Abstand voneinander angeordneten, sich in Strömungsrichtung des Gases erstreckenden, geerdeten, rohrförmigen Niederschlags Elektroden sowie konzentrisch darin angeordneten spannungsführenden Elektroden, die an ihren freien, der Eintrittsöffnung für das Gas zugewandten Enden Sprühspitzen aufweisen. Im inhomogenen elektrischen Sprühfeld der Ionisationszone dieser Filter werden die im zu reinigenden Gas enthaltenen festen und/oder flüssigen Partikel unipolar aufgeladen und im homogen statischen Feld der Abscheidungszone aus dem Gas niedergeschlagen.

Die Filter müssen von Zeit zu Zeit gereinigt werden, das heißt die an den Niederschlags Elektroden abgeschiedenen Partikel müssen entfernt werden. Bei industriellen Anlagen geschieht dies durch Rütteln oder Klopfen mittels

eigens dafür installierter Vorrichtungen oder aber durch Waschen des Filters. Für den nichtindustriellen Einsatz sind die bekannten Reinigungsmaßnahmen zu aufwendig. Insbesondere klebende Rückstände aus der Verbrennung flüssiger Brennstoffe lassen sich auf diese Weise nur unvollständig entfernen. Das Waschen eines solchen Filters wirft zudem Abwasserprobleme auf.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist es, einen Elektrofilter für die Abscheidung von festen und flüssigen Partikeln aus dem Abgas insbesondere von nichtindustriellen Heizungsanlagen zu schaffen, dessen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten sich in vertretbaren Grenzen halten und der leicht zu warten ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Elektrofilter gelöst, der aus einer Filterkammer mit einer Eintrittsöffnung für das zu reinigende Gas am Fuß der Kammer und einer Austrittsöffnung für das gereinigte Gas am Kopf der Kammer und einer Mehrzahl von in der Kammer im Abstand voneinander angeordneten, sich in Strömungsrichtung des Gases erstreckenden, geerdeten, wöhrförmigen Niederschlags Elektroden sowie konzentrisch darin angeordneten spannungsführenden

Elektroden, die an ihren freien, der Eintrittsöffnung für das Gas zugewandten Enden, Sprühspitzen aufweisen, besteht und dadurch gekennzeichnet ist, daß sämtliche spannungsführende Elektroden an einem sich oberhalb der Niederschlags Elektroden erstreckenden Rahmen hängend in den Niederschlags Elektroden nach Abheben einer die Filterkammer abschließenden Haube aus der Filterkammer gemeinsam entnehmbar angeordnet sind.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Möglichkeit der Entnehmbarkeit der spannungsführenden Elektroden aus der geöffneten Filterkammer eröffnet die Möglichkeit, sowohl die spannungsführenden Elektroden als auch die Niederschlags Elektroden mit in entsprechender Weise ausgestalteten Bürsten von Hand, also mit geringstem apparativem Aufwand, zu reinigen, und zwar durchgreifender als dies mit den üblichen Reinigungsmaßnahmen möglich ist. Dabei können die einzelnen Elektroden nacheinander mit einer Einzelbürste durchgeputzt werden, es kann aber auch eine Mehrzahl von Elektroden, gegebenenfalls das ganze Elektrodenbündel, mit entsprechenden Bürstensätzen auf einmal gereinigt werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung liegen die an ihren austrittsseitigen Stirnseiten aufgeweiteten Niederschlags-

elektroden mit ihren aufgeweiteten Enden unter Überdeckung der Zwischenräume bündig gegeneinander an und sind von einer den verbleibenden Raum zwischen Filterkammerwandung und Elektrodenbündel abschließenden Manschette eingefasst, so daß das gesamte Gas zwangsläufig die Niederschlags Elektroden durchströmend der Reinigung unterworfen wird. Zweckmäßigerweise sind die Niederschlags Elektroden unter Bildung eines sechseckigen Bundes aufgeweitet. Daraus resultiert die größte Packungsdichte der Elektroden und damit das Optimum an verbleibendem Strömungsquerschnitt.

Die Funktion der elektrischen Leiter für die spannungsführenden Elektroden kann von der gemeinsamen, sich auf in der Filterkammer angeordneten Isolatoren abstützenden Halterung für die Elektroden, nämlich dem Rahmen und den daran angeordneten, die Elektroden tragenden Traversen, übernommen werden.

Aus Sicherheitsgründen kann der die Filterkammer abschließenden Haube ein die elektrische Verbindung zwischen den spannungsführenden Elektroden bzw. dem die Elektroden tragenden Rahmen und der Spannungsquelle beim Abheben der Haube unterbrechender Schalter zugeordnet sein.

Damit der Abrieb von den Niederschlagselektroden aus der Filterkammer entfernt werden kann, geht die Filterkammer bodenseitig zweckmäßigerweise in einen Trichter mit Schieberverschluß über, aus dem der Abrieb etwa in Papiersäcke abgefüllt wird.

Der Filter wird zwischen Fuchs und Kamin angeordnet. Mit einer eintrittsseitig vorgesehenen Drosselklappe kann der Abgaszutritt in die Filterkammer unterbrochen werden und durch eine austrittsseitig vorgesehenen Drosselklappe kann die Einwirkung des Kaminsoges auf die Filterkammer unterbrochen werden. Die erforderliche Hochspannung für die spannungsführenden Elektroden liefert ein dafür vorgesehener Gleichrichter.

Der Filter ist individuell für die Verbrennungsanlagen, für die er vorgesehen ist, auslegbar. Wenn der Filter auch bevorzugt für nichtindustrielle Heizungsanlagen vorgesehen ist, so schließt das seinen Einsatz bei industriellen Anlagen, bei denen zu reinigende Rauchgase anfallen, nicht aus.

Die Erfindung ist an Hand der Zeichnung weitergehend erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 einen Vertikalschnitt durch den Filter,
- Figur 2 einen Schnitt nach Linie II - II in Figur 1,
- Figur 3 die Draufsicht auf einer Niederschlags Elektrode,
- Figur 4 die Ansicht der Sprühspitze einer spannungsführenden Elektrode,
- Figur 5 einen Bürstenkopf für die Niederschlags Elektroden,
- Figur 6 einen Bürstenkopf für die spannungsführenden Elektroden.

Der Filter besteht aus der im Sinne der in Figur 1 eingezeichneten Pfeile von dem zu reinigenden Gas durchströmten Filterkammer 11, wobei die Ringräume 12 zwischen dem in der Filterkammer 11 angeordneten Bündel Niederschlags Elektroden 13 und den zentrisch zu den Niederschlags Elektroden 13 angeordneten, spannungsführenden Elektroden 14 passiert werden. Beim Passieren der Sprühspitzen 141 der spannungs-

führenden Elektroden 14 werden die im Gas befindlichen Schwebestoffe - feste und/oder flüssige Partikel als Verbrennungsprodukte bzw. Rückstände aus der unvollständigen Verbrennung - unipolar aufgeladen und die unipolar aufgeladenen Partikel sodann an der Innenwandung 131 der Niederschlagselektrode 13 abgeschieden.

Für die Aufrechterhaltung der Wirksamkeit des Filters ist es erforderlich, insbesondere die Niederschlagselektroden 13, an denen sich die abgeschiedenen Partikel absetzen, von Zeit zu Zeit zu reinigen. Zu diesem Zweck ist eine Entnehmbarkeit der spannungsführenden Elektroden 14 aus der Filterkammer 11 und damit aus den Niederschlagselektroden 13 vorgesehen, die es gestattet, die Niederschlagselektroden 13 mit Bürsten gemäß Figur 5 und die spannungsführenden Elektroden 14 mit Bürsten gemäß Figur 6 zu reinigen. Die Möglichkeit zur Entnahme der spannungsführenden Elektroden 14 aus der Filterkammer 11 wird dadurch eröffnet, daß das Oberteil der Filterkammer 11 als abnehmbare Haube 111 ausgebildet ist, und die spannungsführenden Elektroden 14 gemeinsam an einer aus einem Rahmen 16 und daran angeordneten Traversen 161 bestehenden Trägerkonstruktion aufgehängt sind, die nach Abheben der Haube 111 aus der Filterkammer 11 entnehmbar ist.

Die spannungsführenden Elektroden 14 sind mit der nicht dargestellten Spannungsquelle unmittelbar durch die leitenden Traversen 161 und den leitenden, an die Spannungsquelle angeschlossenen (17) Rahmen 16 verbunden. Aus Sicherheitsgründen ist dafür Sorge getragen, daß der Kontakt 162, 171 beim Abheben der Haube 111 unterbrochen wird.

Die austrittseitig sechseckige Aufweitung 132 der gebündelten Niederschlags Elektroden 13 und ihre Einfassung durch eine den freien Raum zwischen der Filterkammerwandung 122 und dem Elektrodenbündel ausfüllende Manschette 18 stellt sicher, daß das gesamte, in die Filterkammer 11 eintretende Gas die Ringräume 12 zwischen den Niederschlags Elektroden 13 und den spannungsführenden Elektroden 14 durchströmt.

Der von der Niederschlags Elektroden 13 abgebürstete Belag sammelt sich in dem an die Filterkammer 11 angeformten Trichter 113, aus dem der etwa in Papiersäcke abfüllbar ist.

2206057

Anmelderin: Dortmunder Brückenbau G.H. Jucho
4600 Dortmund, Juchostraße 100

10

J 186

A n s p r ü c h e

- ① Elektrofilter, bestehend aus einer Filterkammer mit einer Eintrittsöffnung für das zu reinigende Gas am Fuß der Kammer und einer Austrittsöffnung für das gereinigte Gas am Kopf der Kammer und einer Mehrzahl von in der Kammer im Abstand voneinander angeordneten, sich in Strömungsrichtung des Gases erstreckenden, geerdeten, rohrförmigen Niederschlags Elektroden sowie konzentrisch darin angeordneten spannungsführenden Elektroden, die an ihren freien, der Eintrittsöffnung für das Gas zugekehrten Enden Sprühspitzen aufweisen, für die Abscheidung von festen und oder flüssigen Partikeln aus dem Abgas von Heizungsanlagen, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche spannungsführenden Elektroden an einem sich oberhalb der Niederschlags Elektroden erstreckenden Rahmen hängend in den Niederschlags Elektro-

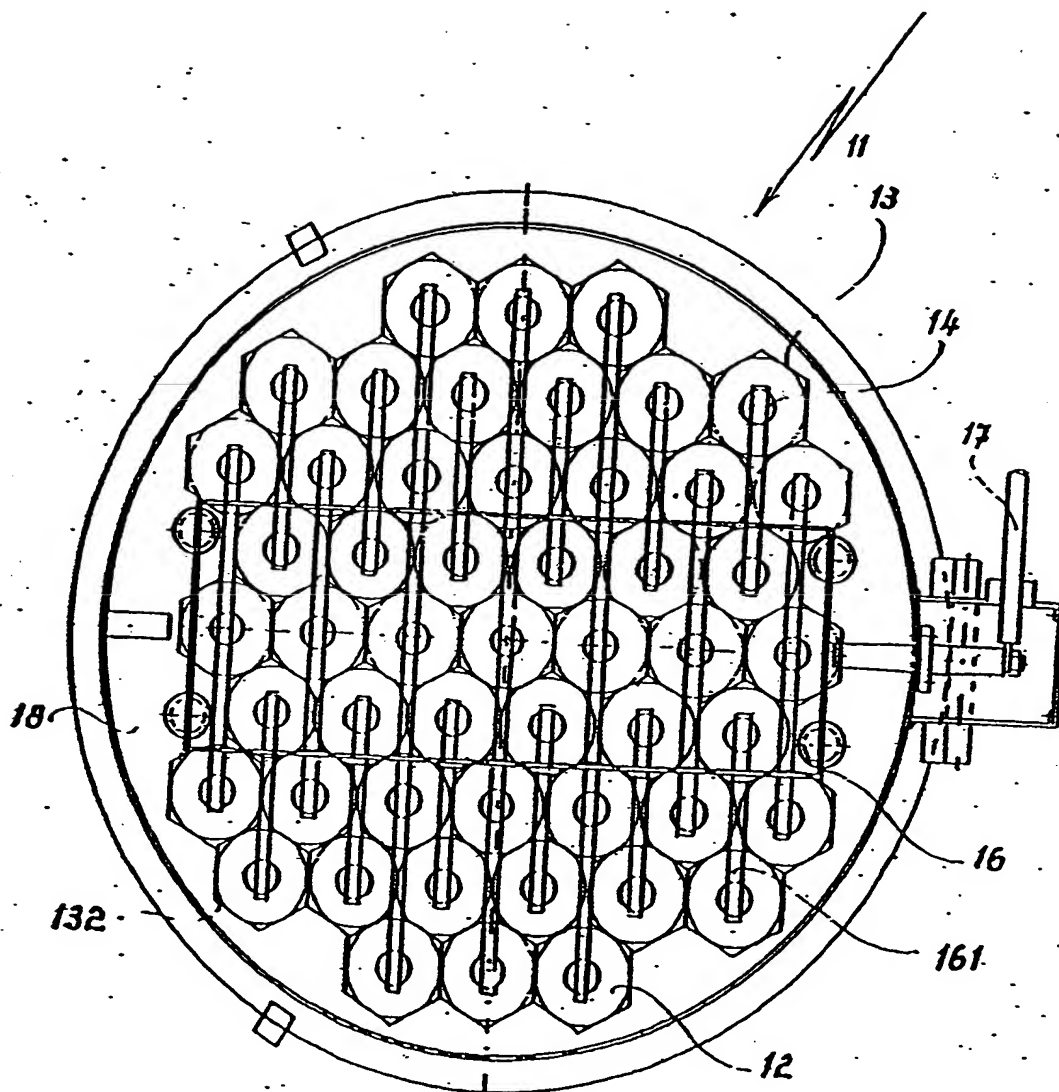
- 2 -
11

den nach Abheben einer die Filterkammer abschließenden Haube aus der Filterkammer gemeinsam entnehmbar angeordnet sind.

2. Elektrofilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die an ihren austrittsseitigen Stirnseiten aufgeweiteten Niederschlagselektroden mit ihren aufgeweiteten Enden unter Überdeckung der Zwischenräume bündig gegeneinander anliegen und von einer den verbleibenden Raum zwischen Filterkammerwandung und Elektrodenbündel abschirmenden Manschette eingefasst sind,
3. Elektrofilter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Niederschlagselektroden unter Bildung eines sechseckigen Bundes aufgeweitet sind.
4. Elektrofilter nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der sich über in der Filterkammer angeordnete Isolatoren abstützende, mit die spannungsführenden Elektroden tragenden Traversen versehene Rahmen und die Traversen die elektrischen Leiter für die spannungsführenden Elektroden sind.

- 3 -
12

5. Elektrofilter nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der die Filterkammer abschließenden Haube ein die elektrische Verbindung zwischen den spannungsführenden Elektroden bzw. dem die Elektroden tragenden Rahmen und der Spannungsquelle beim Abheben der Haube unterbrechender Schalter zugeordnet ist.
6. Elektrofilter nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterkammer bodenseitig in einen Trichter mit Schieberverschluß übergeht.

*Fig. 2*

15

2206057

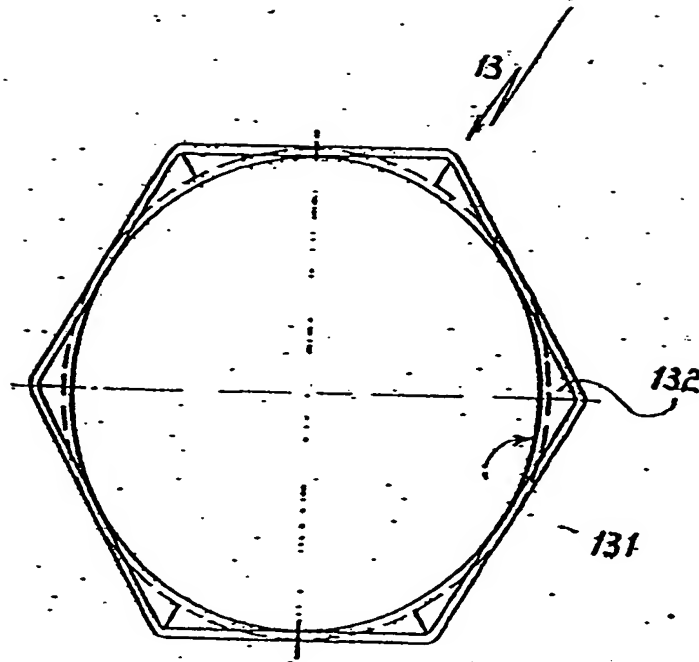


Fig. 3

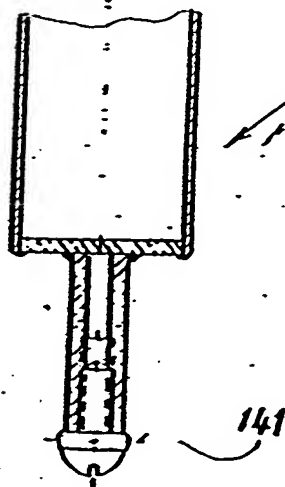


Fig. 4

309833/0668

2206057

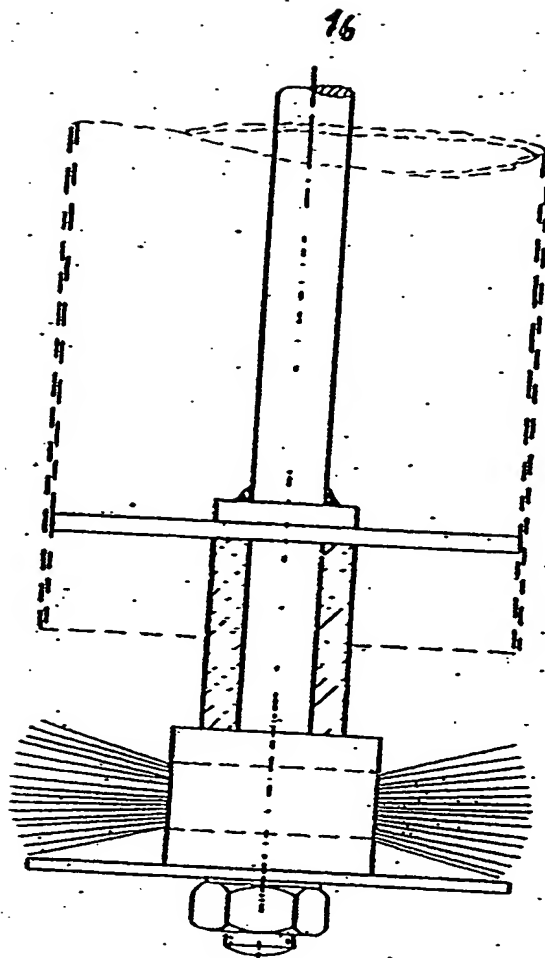


Fig. 5

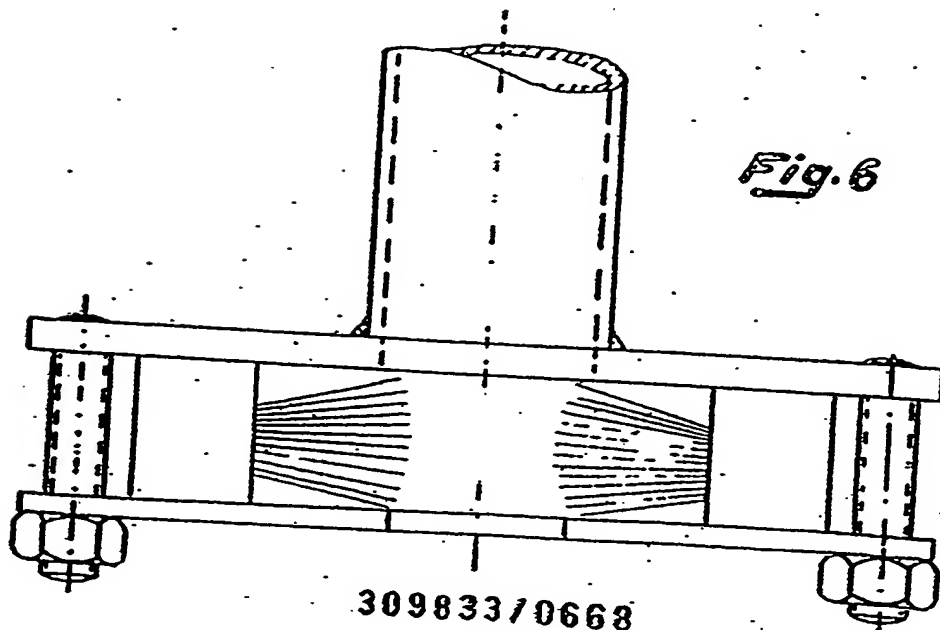
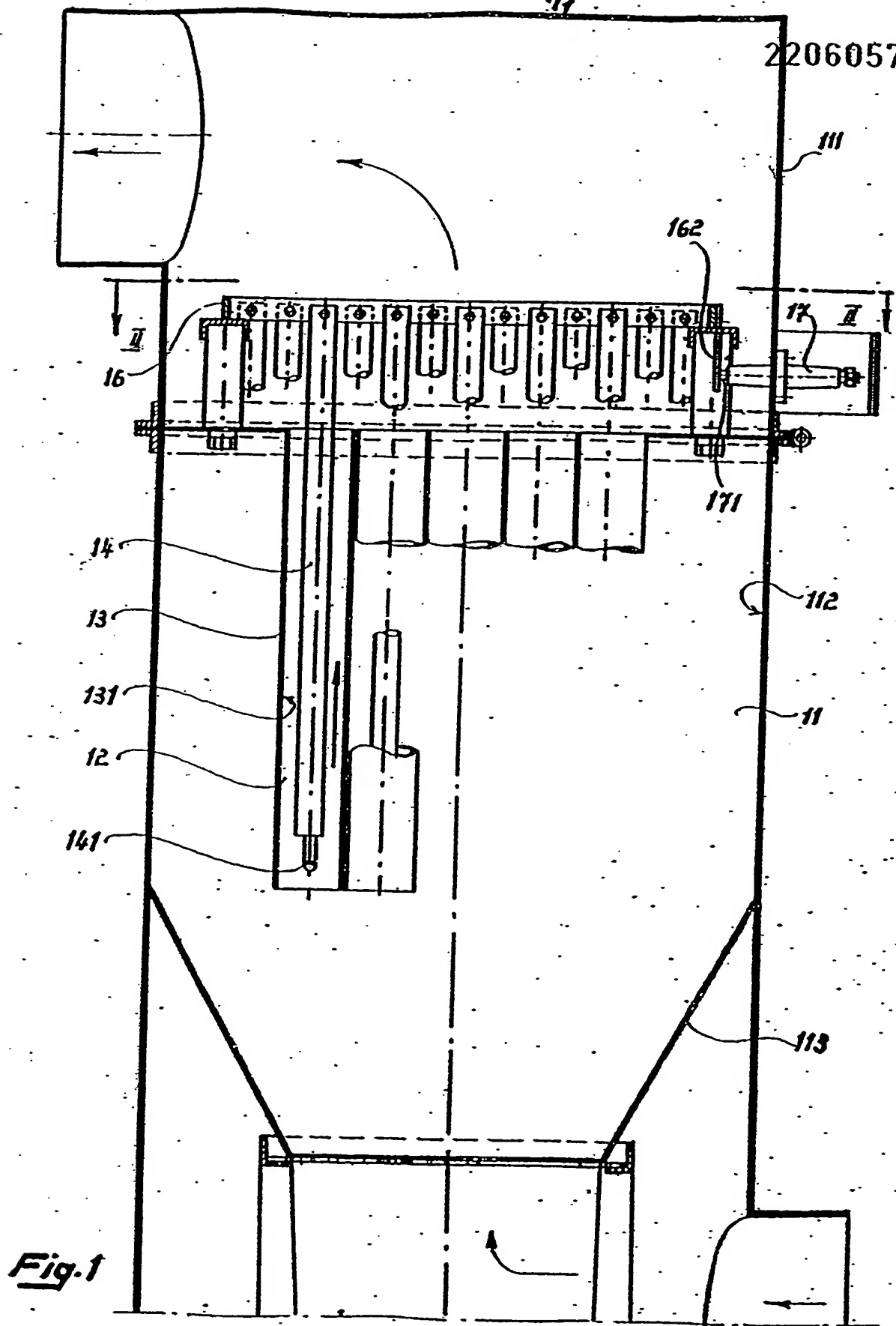


Fig. 6

309833/0668



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)